© Biologiezentrum Linz, Austria; download www.biologiezentrum.at

Die Bedeutung von Augewässern am Beispiel der Donau-Auen bei Wien

Thomas Hein, Werner Lazowski, Susanne Muhar, Ulrich Schwarz & Gabriele Weigelhofer

Abstract: **The importance of riverine floodplains: the example of Danube floodplains near Vienna.** Floodplains are important landscape elements driven by flow and flood pulsing. They contribute significantly to overall ecosystem functions of river systems concerning matter cycling and biodiversity issues and are key for the maintenance of a high species diversity. The exchange pattern between floodplain and main channel is one of the key factors shaping the performance of different ecosystem functions. Floodplains are also well know as important systems providing a multitude of ecosystem services including hydrologic ones such as flood retention, groundwater discharge, provisioning and other basic and regulating services and cultural ones as well. Nutrient transformation including green house gas emissions is also a service of relevance provided by these systems. Climate change might pose critical future pressures on these sensitive systems as warming and longer dry periods might increase. In Austria we still find a significant floodplain area of 95.541 ha, with a dramatic loss of more than 70% which have been converted and are lost already. Efficient floodplain management including conservation and restoration measures are urgently needed and should aim at including all facets of utilization and future changes to guarantee long term development of floodplain ecosystems. Examples of Danube floodplains are presented to highlight several aspects concerning restoration approaches and potential conflicts in that context.

Key words: floodplain, ecosystem service, hydromorphology, ecosystem restoration, conservation.

Einleitung

Natürliche Flussauen sind integrale Bestandteile von Flusslandschaften und für viele Eigenschaften und Funktionen der Fließgewässer verantwortlich. Diese Bereiche der Flusslandschaft reagieren naturgemäß deutlich auf jahres- wie auch tageszeitliche Wasserstandsschwankungen und stellen daher die Schnittstellen zu den umgebenden terrestrischen Lebensräumen dar. Der Wechsel zwischen aquatischen und terrestrischen Phasen schafft eine hohe Lebensraumheterogenität, was in Verbindung mit dem Abflussregime eine hohe zeitliche Dynamik in natürlichen Fluss-Auensystemen ergibt. Der grundlegende gestaltende Prozess für diese Heterogenität ist die durch den Abfluss kontrollierte Sedimentumlagerung. Anlandung und Erosion sind die Wechselspieler, die die Gewässerentwicklung und Gewässererneuerung sowie die Sukzession der Vegetation steuern (Hohensinner et al. 2008). Diese Prozesse werden durch den Flusstypus und das Abflussregime bestimmt. Daraus ergibt sich ein dynamisches Gleichgewicht in natürlichen Fluss-Auensystemen (Hohensinner et al. 2008), welches ein hohes Potential für Artenreichtum, Refugialbereiche und einen hohen Stoffumsatz bedingt. Auen sind daher bedeutende Landschaftselemente, die wichtige Funktionen als naturraumübergreifende Verbindungen, dynamische Bereiche und „Hotspots" für artenreiche Pflanzen- und Tiergemeinschaften erfüllen. Im Hinblick auf menschliche Nutzungsinteressen (Schutz und Sicherung von Ressourcen) übernehmen sie eine wichtige Rolle als natürlicher Hochwasserrückhalt, Grundwasserspeicher, für die Landwirtschaft und als Landschaftselement mit großem Freizeit- und Erholungswert (Scholz et al. 2012).

Wesentliche Lebensräume in Auen umfassen einerseits aquatische Lebensräume, wie Fließgewässer und ihre Uferzonen, periodisch durchflossene Seitenarme und permanente bis temporäre Auengewässer unterschiedlichster Ausprägung, und andererseits terrestrische Lebensräume, wie Auwälder und Auwiesen sowie zahlreiche Übergangshabitate im semi-aquatischen Bereich und neu geschaffene Pionierhabitate.

Ein zentraler Faktor für das Verständnis der Prozesse in Fluss-Au-Systemen ist die hydrologische Vernetzung, also der Wasseraustausch zwischen dem Fluss und den begleitenden Überschwemmungsgebieten (Junk et al. 1989). Ausmaß, Länge und Dynamik der Vernetzung werden vom hydrologischen Regime des Flusses und den geomorphologischen Gegebenheiten gesteuert und bestimmen Austausch- und Produktionsprozesse in der

Denisia **33**, zugleich Kataloge des oberösterreichischen Landesmuseums Neue Serie **163** (2014): 167-174

© Biologiezentrum Linz, Austria; download www.biologiezentrum.at

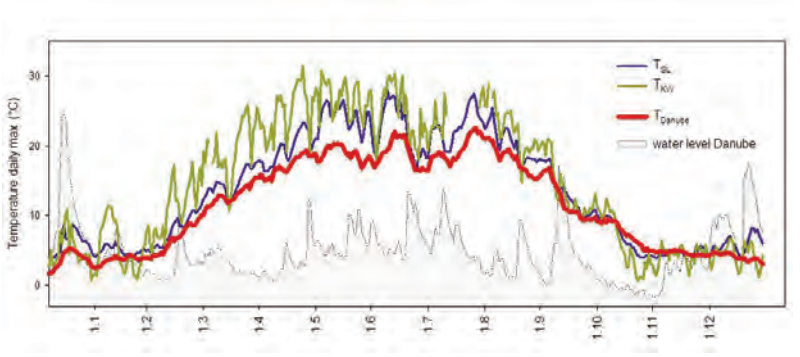

Abb. 1: Tägliche Temperaturmaxima für den Zeitraum 1.1.2011 bis 31.1.2012 an den Standorten Donau (Hauptstrom), sowie in den beiden Augewässern (SL – Schwarzes Loch – Standort mit hohem Donauwassereintrag) und Standort Kühwörther Wasser – mittlere Anbindung an die Donau). In grau hinterlegt ist der Wasserstand in der Donau.

gesamten Flusslandschaft (TOCKNER et al. 1999; PREINER et al. 2008). Diese Vernetzung ist zentral für die Entwicklung der Auengebiete, deren Lebensraumheterogenität und Biodiversität, wird aber durch menschliche Eingriffe teilweise stark verändert.

Auensysteme stellen der menschlichen Gesellschaft auch unterschiedlichste Ökosystemdienstleistungen (SCHOLZ et al. 2012, SCHINDLER et al. 2014) zur Verfügung. Das Konzept der Ökosystemdienstleistungen beschreibt den Nutzen für unser Wohlbefinden, den wir durch das Ökosystem und dessen Biodiversität erlangen und wurde in zahlreichen internationalen Studien systematisch verwendet, um eine möglichst umfassende Bewertung durchführen zu können (MA 2005, TEEB 2010). Entsprechend dem Millennium Ecosystem Assessment Report (MA 2005) werden Basisleistungen, Versorgungsleistungen, Regulierungsleistungen und kulturelle Leistungen unterschieden, die auch in Auengewässern eine große Rolle spielen. Wesentliche Dienstleistungen von Auen neben der Habitatfunktion, die essentiell für die Erhaltung der Biodiversität ist, finden sich in Tab. 1.

Eine wesentliche Funktion und Dienstleistung von Auen ist, wie oben erwähnt, die Selbstreinigungskraft und Nährstoffretention, die zur Reduktion der Stofffrachten im Fluss führen kann. Diese Funktion wird durch die hydromorphologischen Bedingungen im Fluss-Auensystem geprägt. Innerhalb der Flusslandschaften sind daher das räumliche Angebot und die zeitliche Verfügbarkeit von Habitaten mit hoher Stoffumsatzleistung und deren Vernetzung in der Landschaft für die Nährstoffumsetzung und Stoffkreisläufe entscheidend. Vor allem in Übergangszonen zwischen einzelnen morphologischen Untereinheiten in den Auenbereichen sind die biogeochemisch aktivsten Abschnitte lokalisiert (MCCLAIN et al. 2003). Diese Übergangszonen oder Ökotonbereiche stellen daher nicht nur für die Artenvielfalt per se eine entscheidende Komponente dar, sondern sind auch für den Stoffumsatz auf der Landschaftsebene essentiell. In Auen sind Uferzonen und hydrologische „Totzonen" derartige Hot spots, in denen Nährstoffe physikalisch, chemisch und biologisch zurückgehalten bzw. durch biologische Aktivität transformiert und dadurch auch langfristig der Flusslandschaft entzogen werden können. So wird z.B. durch den mikrobiologischen Prozess der Denitrifikation Nitrat zu Luftstickstoff abgebaut und aus dem Wasserkörper entfernt. Da für diese Umwandlung hohe Mengen an organischem Material notwendig sind, stellen Auen üblicherweise die Bereiche in der Flusslandschaft mit den höchsten Umsätzen dar. Vom Hauptstrom in die Aue eingetragene Stoffe werden dort in Biomasse umgebaut und erhöhen dadurch nicht nur die Produktivität der Auengewässer, sondern steigern auch den Nährstoffrückhalt, die Kohlenstoffspeicherung und somit das Selbstreinigungspotential der Flusslandschaft. Diese Nährstofftransformationen finden in Retentionsbereichen bei verringerter Strömungsgeschwindigkeit und großen aktiven Oberflächen besonders intensiv statt. Wesentlich für die Effizienz und Ausprägung der unterschiedlichen Prozesse ist der hydrologische Austausch über die Oberflächengewässer und durch das Grundwasser sowie die morphologischen Strukturen (HEIN et al. 2005). Damit im Zusammenhang kann auch eine positive Wirkung auf andere Bereiche erzielt werden. So konnte für restaurierte Donau-Auen gezeigt werden, dass durch die Dynamisierung des Systems ein höherer Nitratabbau bei gleichzeitig geringeren Treibhausgasemissionen (Distickstoffmonoxidbildung) im Vergleich zu isolierten Auen erzielt werden konnte (WELTI et al. 2012). Die abgebaute Nitratmenge pro Tag kann in diesen aktivierten Auensystemen der täglich eingetragenen Menge aus dem Fluss entsprechen. Auch im Sinne von Refugialbereichen zur Wiederbesiedlung nach massiven chemischen Belastungen durch Unfälle im Fluss kommen verbundenen Auenbereichen Bedeutung zu. Diese Funktion kann die Resilienz des Gesamtsystems gegenüber Störungen bzw. kurzfristigen Extremereignissen erhöhen.

Tab. 1: Zusammenschau typischer Leistungen von Auenökosystemen nach MA 2005, MALTBY et al. 2009 und SCHOLZ et al. 2012.

Kategorie Ökosystemdienstleistung	Typ. Beispiele für Auen
Basisleistung	Nährstoffumsetzung, Bodenbildung, Primärproduktion (aquatisch und terrestrisch)
Versorgungsleistungen	Holz, Trinkwasser, Fischproduktion, Wild, landwirtschaftliche Produktion, Heil- und Arzneimittel
Regulierungsleistungen	Sicherung des Landschaftshaushaltes: Grundwasseranreicherung, Hochwasserretention, Erosionsschutz, Sedimentablagerung, Wasserreinigung, Lokalklima
kulturelle Leistungen	Erholungsfunktion (Tourismus, Naherholung); Informationsvermittlung (Umweltbildung, Wissenschaft)

© Biologiezentrum Linz, Austria; download www.biologiezentrum.at

Durch den Klimawandel wird nicht nur die Bedeutung, sondern auch die Bedrohung dieser wertvollen Lebensräume weiter steigen. Zum einen können Flussauen aufgrund ihrer hydrologisch puffernden Eigenschaften Effekte von Hochwässern mildern, in dem sie durch die Bereitstellung von Retentionsraum eine Verzögerung von Hochwasserwellen und eine Reduktion von Spitzen-Abflüssen bewirken. Zudem können Flussauen auch die negative Wirkung von extremen Niederwasserperioden auf die aquatischen Zönosen reduzieren. Zum anderen können sie die Treibhausgasbilanz von Fließgewässern positiv verändern, wie am Beispiel des Nitratkreislaufes gezeigt wurde, und den Kohlenstoffkreislauf maßgeblich beeinflussen (CIERJACKS et al. 2010). Auen sind jedoch durch den Klimawandel auch massiv betroffen. Ein Beispiel dafür ist die Temperaturerhöhung von abgetrennten Augewässern vor allem während der Sommermonate. So konnten bereits jetzt in isolierten Altarmen der Lobau bei Wien um bis zu 5°C erhöhte Temperaturmaxima im Vergleich zum Hauptstrom der Donau beobachtet werden (Abb. 1). Im Gegensatz dazu wurde in Gewässern, die mit der Donau in Verbindung stehen, eine deutlich geringere Erwärmung festgestellt. Gerade isolierte Kleingewässer sind daher besonders sensitiv gegenüber Hitzeperioden und können im Sinne eines Frühwarnsystems Indikatoreigenschaft besitzen, um mögliche Auswirkungen der Klimaerwärmung in der Zukunft besser verstehen zu können.

Auensituation in Österreich

Für das Österreichische Aueninventar wurden insgesamt 823 Auenobjekte mit einer Gesamtfläche von 95.541 ha bestimmt (LAZOWSKI & SCHWARZ 2014). Die Verbreitung der Auen ist stark differenziert, wobei die Verbreitungsschwerpunkte in den großen Beckenlagen (siehe Abb. 2 zur March, Abb. 3 zum Gailfluss), dem Alpenvorland und den inneralpinen Tallagen liegen (Abb. 4). Weichholzauen-Biotope stellen mit 42% den Hauptteil, gefolgt von Hartholzauen (12%), Pionierstandorten (11%) und Feuchtgrünland (8%). In den montanen und alpinen Lagen kommen spezifische Biotope der nadelholzreichen Auen und hochalpine Schwemmebenen dazu. Betrachtet man die Weichholzauen gesondert fällt, neben den dominierenden Weiden- und Grauerlenauwälder der bereits relativ geringe Anteil von Weiden-Pioniergebüschen (3%) und Weiden-Tamarisken-Gebüschen (1%) ins Auge. Über 60% der Fläche der Auenobjekte ist legistisch geschützt (zumeist Natura 2000 Gebiete).

Veränderte gewässermorphologische Verhältnisse – bedingt durch Regulierungsmaßnahmen für Hochwasserschutz und Schifffahrt sowie eine Vielzahl an Wasserkraftwerken - und ein erheblicher Anteil anthropogener

Abb. 2: Auenabschnitt der March siehe auch Abb. 3 und 6. © Fluvius, Ulrich Schwarz.

Abb. 3: Aufnahme des Gailflusses im Lesachtal. © W. Lazowski.

Nutzungen in der Auenstufe haben österreichweit zur Reduktion von Auenlandschaften auf rd. 15% ihrer einstigen Ausdehnung geführt.

Die ausgedehntesten Auwälder sind aktuell noch an der Donau mit ca. 28.600 ha (rund 37% der Gesamtauwaldfläche Österreichs) vorhanden. Allerdings weist ein Großteil dieser Bestände hydrologisch gestörte Verhältnisse auf. Die Mehrzahl der aktuellen Auwaldflächen sind zudem nur mehr als Fragmente in Form von Ufergehölzsäumen bzw. kleinflächigen, inselartigen Waldbeständen existent (POPPE et al. 2003, MUHAR et al. 2004)

Die Bedrohung von Flussauen hat allerdings dramatische Ausmaße angenommen. So sind nicht nur in Österreich, sondern z.B. entlang der ganzen oberen Donau mehr als 70% der ehemaligen Auenflächen verloren gegangen (SOMMERWERK et al. 2008) und die verbliebenen Flächen sind funktionell deutlich verändert (HEIN et al. 2005). Bestehende Zielkonflikte zwischen Nutzungen und naturräumlicher Entwicklung werden

© Biologiezentrum Linz, Austria; download www.biologiezentrum.at

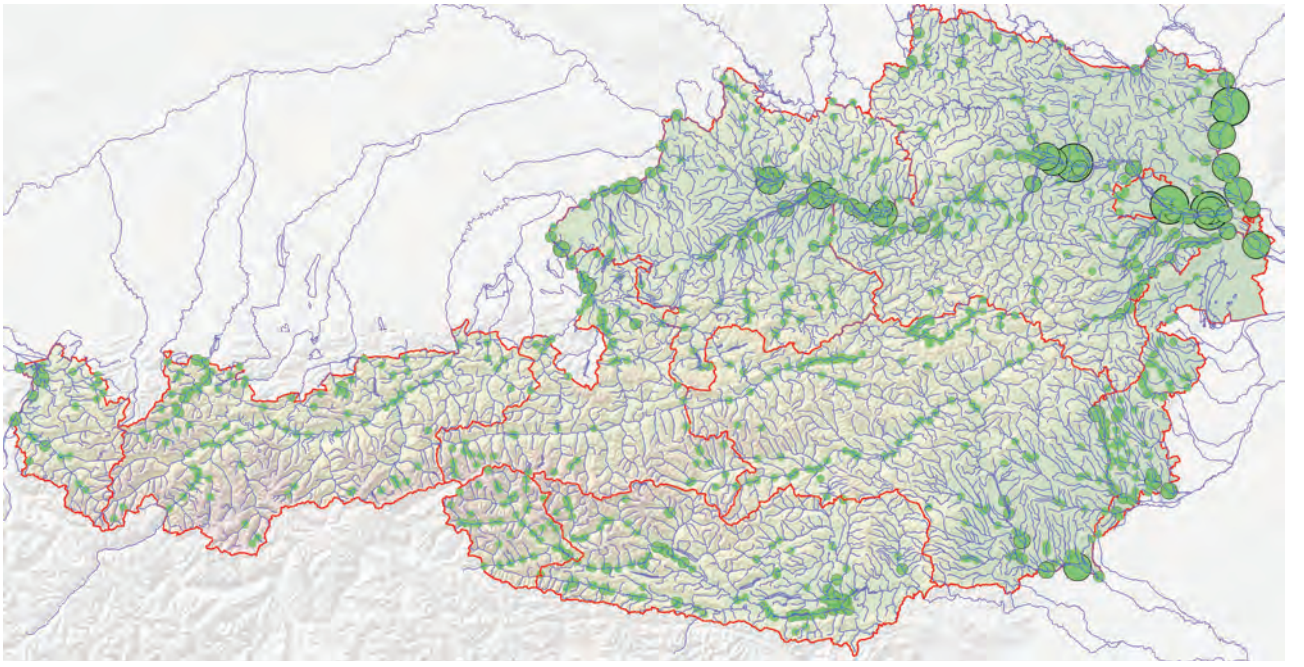

Abb. 4: Verbreitung der Auen in Österreich (Lazowski & Schwarz 2014).

durch den Grad der Bedrohung dieser Lebensräume noch verschärft. Das hat zur Folge, dass Handlungsoptionen im Ökosystemmanagement teilweise eingeschränkt sind und Möglichkeiten zur Sicherung dieser Lebensräume nicht immer in vollem Umfang umgesetzt werden können. So kann z.B. die neuerliche Vernetzung einer abgetrennten Flussaue mit der Donau dynamische Bedingungen für rheophile Flussfische schaffen, aber gleichzeitig bestehende Nutzungen, wie Trinkwasserversorgung oder Naherholung, gefährden oder zumindest einschränken. Oft geraten die ökologischen Ziele einer Auen-Redynamisiserung auch mit Naturschutzzielen in Konflikt. Eine Wiederanbindung der Aue an den Hauptstrom kann je nach Ausmaß der Dynamisierung die Umweltbedingungen für eingewanderte Stillwasserarten verschlechtern, wie Prognosemodelle für eine abgetrennte Donauaue bei Wien zeigen (Abb. 5). So können sich durch eine Anbindung des Hauptarms an die Donau Habitate für die rheophilen Fischarten Nase und Schied in der Flussaue entwickeln, während die verstärkte Vernetzung der Kleingewässer zu einer Reduktion des Lebensraumes für den stagnophilen Schlammpeitzger führen kann. Das Beispiel zeigt auch das Problem der Irreversibiliät menschlicher Eingriffe in die Verbindung zwischen Hauptstrom und Flussaue auf. Selbst bei einer Gewässeranbindung mit erhöhten Wassermengen, die eine Durchströmung des Auensystems bewirken würden, sind die ursprünglichen Verhältnisse, wie sie vor der Regulierung bestanden, nicht mehr wieder herstellbar.

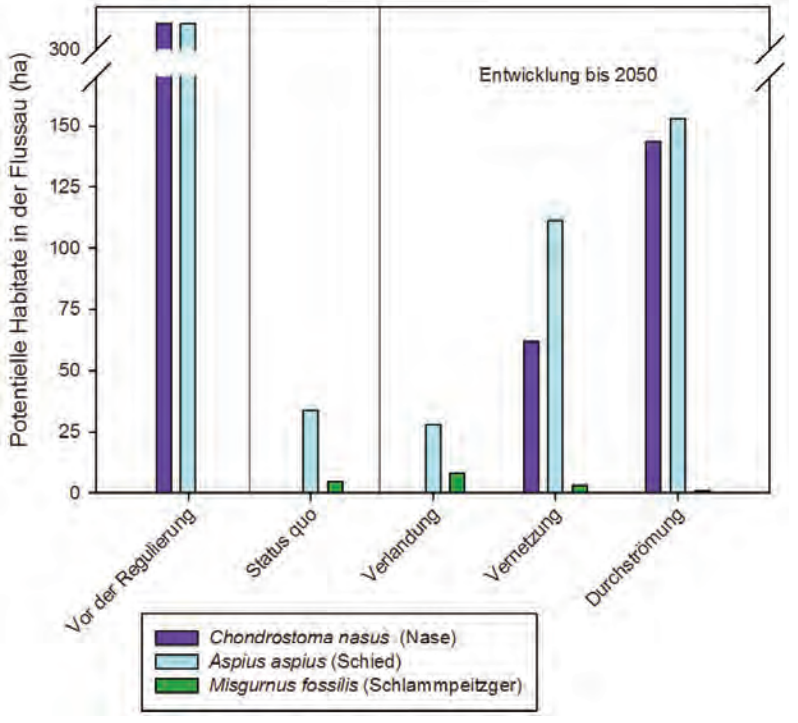

Abb. 5: Potentielle Habitate für *Chondrostoma nasus*, *Aspius aspius* und *Misgurnus fossilis* in einem abgetrennten Auensystem der Donau bei Wien (**a**) vor der Regulierung, (**b**) im Jahr 2010 (Status quo), (**c**) 2050 ohne Restaurierungsmaßnahmen („mit Verlandung"), (**d**) 2050 bei Anbindung mit geringen Wassermengen („mit Anbindung") und (**e**) 2050 bei Anbindung mit großen Wassermengen („mit Durchströmung").

Chancen zur Nutzung von Synergien in der Restaurierung und Sicherung von Auenlebensräumen können sich mit der Umsetzung von Hochwasserschutzmaßnahmen ergeben. EU Wasserrahmenrichtlinie und Hochwasserrichtlinie bieten dafür einen geeigneten gewässerpolitische Rahmen. Wesentliche ehemalige Augebiete entlang von Fließgewässern können so wieder in das

© Biologiezentrum Linz, Austria; download www.biologiezentrum.at

Abflussgeschehen integriert werden. Dies kann im Sinne des Hochwasserschutzes durch Schaffung eines Retentionsraumes wie auch für die Revitalisierung von Augebieten durch Sicherung von typischen Auenlebensräumen einen Mehrwert in mehrfacher Sicht ergeben.

Fallbeispiel Öffnungsmaßnahmen Donau-Auen bei Wien und Zustand ausgewählter Aubereiche

Bis zur großen Donauregulierung war die Donau zwischen Wien und Bratislava ein ausgedehntes Furkationssystem, dessen Abflusskapazität stark wechselte (MOHILLA & MICHLMAYR 1996). 90-95% aller Gewässer waren als Hauptstrom oder ständig durchströmte Nebenarme mit rheophiler Fauna zu charakterisieren; isolierte Alt- und Totarme nahmen nur wenige Prozente der Auenfläche ein (HOHENSINNER et al. 2008; Abb. 6).

Durch die Regulierung 1875 erfolgte eine Einschränkung des Hochwasserabflussgebietes auf das Gebiet zwischen den Hochwasserschutzdämmen (bzw. der rechtsufrigen Hochkante) von 350 km² auf 95 km² (HOHENSINNER et al. 2008); die Auengewässer wurden in ihrer Ausdehnung extrem reduziert und typmäßig verändert. Trotz dieser tiefgreifenden Veränderungen während der letzten 120 Jahre zählen die Flussauen der freien Fließstrecke östlich von Wien zu den letzten großflächigen Resten dieses Landschaftstypus in Europa und speziell entlang der oberen Donau (RECKENDORFER et al. 2005). Eine Inventur der Fauna und Flora unterstreicht die Bedeutung dieser Stromlandschaft als international bedeutender Kreuzungspunkt eines Ost-West und Nord-Süd ausgerichteten Landschaftskorridors, der überregionale Ausbreitungs- und Austauschvorgänge

Abb. 6: Aufnahme eines Donau Altarmes im Nationalpark Donau-Auen. © Universität für Bodenkultur Wien, Susanne Muhar.

von Lebensgemeinschaften in einer ansonsten weitgehend verarmten Landschaft ermöglicht und somit eine hohe Biodiversität garantiert. Darüber hinaus ist das Auengebiet als Rückzugsgebiet für viele an Feuchtgebiete gebundene Tier- und Pflanzenarten in einer ökologisch stark verarmten Kulturlandschaft von Bedeutung (Abb 7).

Die Auswirkungen der Regulierungsmaßnahmen beeinflussten vor allem die langfristigen Entwicklungen deutlich (RECKENDORFER et al. 2005). Über weite Bereiche ist heute die Habitatverfügbarkeit für verschiedene Lebensgemeinschaften im Fluss eingeschränkt; die natürliche Auenrandzone ist von der Hochwasserdynamik abgeschnitten. Die Errichtung von Traversen und einem Uferbegleitweg führte in den donaunahen Nebenarmen zu einer deutlichen Veränderung der hydrologischen Vernetzung. Im Inundationsgebiet kam es daher in Folge zu einer Verschiebung, von mehrheit-

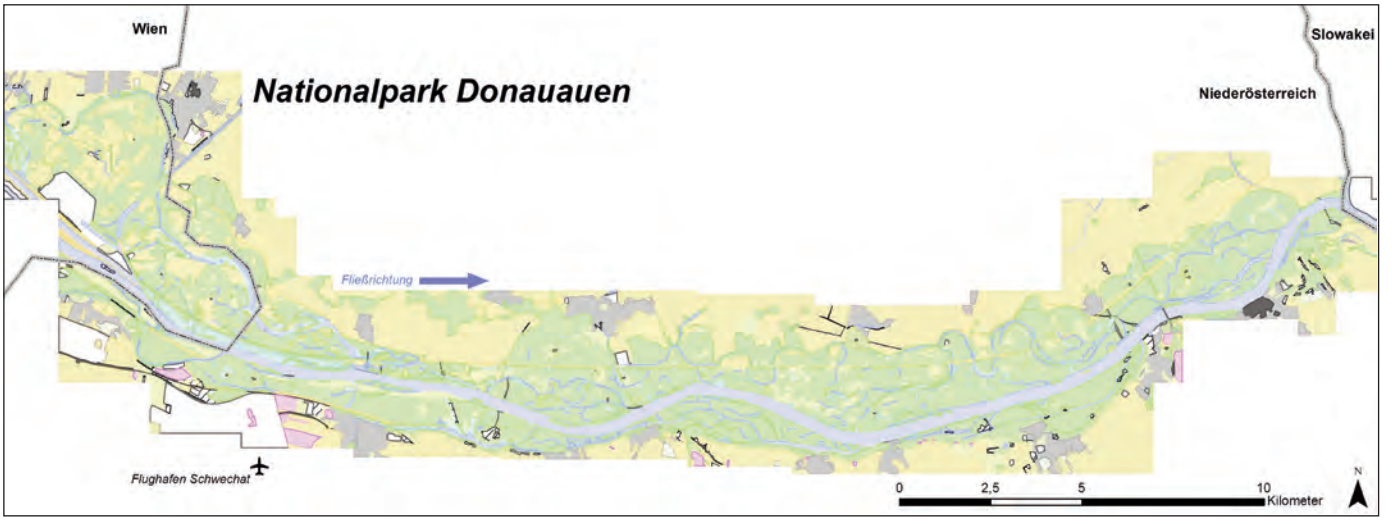

Abb. 7: Karte des Nationalparkgebietes entlang der Donau. Landnutzungstypen sind farblich differenziert (Gewässer, Wald/Wiesen, landwirtschaftlich genutzte Fläche sowie Siedlungsstrukturen). Grundlage: BURGER & DOGAN-BACHER (1999).

© Biologiezentrum Linz, Austria; download www.biologiezentrum.at

lich durchströmten Altarmen vor der Regulierung zu isolierten und angebundenen (d.h. nur am unteren Ende mit der Donau verbundenen) Nebengewässern. Dieser negativen ökologischen Entwicklungstendenz wurde durch eine Restaurierung der ursprünglichen Vernetzungsmuster zwischen dem begradigten Flusskanal und den Augewässern im Bereich Regelsbrunn begegnet (SCHIEMER et al. 2001, RECKENDORFER et al. 2005). Hinsichtlich ihrer Vernetzung mit dem Strom lassen sich demzufolge zwei Gruppen mit hohem Anbindungsgrad, aber differenter Vernetzungscharakteristik (durchströmt vs. angebunden) unterscheiden (Abb. 7). Isolierte Auengewässer werden nur bei mehrjährlichen Hochwasserereignissen vom Fluss erreicht. Die Anbindungshäufigkeit wurde anhand der Höhe der Einströmbereiche und der Überschreitungshäufigkeit des Donauwasserstandes für ein Regeljahr bestimmt.

Das Nationalparkgebiet besteht aus einer Reihe gut abgrenzbarer Flussauensegmente, die sich bezüglich ihrer Anbindung an die Donau und ihres Potentials zur Verbesserung des ökologischen Zustands deutlich unterscheiden. Letzteres bezieht sich auf die aquatischen Habitate, deren Lebensgemeinschaften und Verlandungstendenzen (HEIN et al. 2005). In diesem Flussabschnitt wurden seit 1996 mehrere Projekte umgesetzt, um die Wiedervernetzung der Auen mit dem Fluss zu erreichen. Im Rahmen von Gewässervernetzungsprojekten wurde der Regelsbrunner Altarm, die Orther Au, der Mannsdorfer Hagel und zuletzt 2013 der Johler Arm durch flussbauliche Maßnahmen wieder an den Hauptstrom der Donau angebunden. In allen Fällen wurden die Seitenarme durch Absenken und teilweise Entfernung des flussbegleitenden Treppelweges im oberstromigen Bereich der Altarme zumindest über längere Zeiträume wieder mit dem Abflussgeschehen der Donau verbunden (z.B. HEIN et al. 2005). Ergebnisse dieser Restaurationsprojekte können u.a. in SCHIEMER & RECKENDORFER (2004) gefunden werden. Diese Projekte konnten durchwegs den Erfolg von Wiedervernetzungsmaßnahmen auf einige Organismengruppen und Ökosystemfunktionen wie die Nährstoffumsetzung belegen. Abhängig vom Ausmaß der Maßnahmen wurden aber nicht immer alle Ziele erreicht, wie z.B. in Regelsbrunn die Etablierung rheophiler Organismengruppen. Dies bedeutet für die Zukunft eine Optimierung der Anbindungsverhältnisse durch größere und tiefere Öffnungen. Die Gewässervernetzung Johler Arm bei Hainburg ist das erste Gewässervernetzungsprojekt, das eine ganzjährige Anbindung erreicht.

Neben diesen Auenabschnitten mit bereits umgesetzten Öffnungsmaßnahmen gibt es auch andere Auenbereiche wie die Lobau bei Wien, wo mannigfaltige Nutzungen sowie andere hydromorphologische Ausgangsbedingungen eine differenzierte Vorgangsweise benötigen und die bestehenden Konzepte nicht unmittelbar umgesetzt werden können. Hier wurde mit Hilfe eines integrativen Ansatzes im Rahmen eines Forschungsprojekts die Wirkung unterschiedlicher Managementoptionen auf sowohl ökologische Funktionen als auch gesellschaftlich relevante Ökosystemdienstleistungen, wie Trinkwassernutzung und Besucherentwicklung, untersucht (HEIN et al. 2006, SANON et al. 2012). Dabei wurden ein breiter Rahmen an Handlungsoptionen gespannt, um die maximale Ausprägung von Konflikten zwischen den unterschiedlichen Nutzungsinteressen aufzuzeigen. Es konnte gezeigt werden, dass eine teilweise Dynamisierung des Gebiets eine positive Wirkung auf die Gebietsentwicklung ausüben kann, ohne bestehende Nutzungen zu stark einzuschränken.

Darauf baut das Gewässervernetzungsprojekt Lobau auf, das die Grundlagen für ein optimiertes Auenmanagement analysiert. Neben einem integrativen Ansatz, der die wichtigsten Ökosystemfunktionen und -dienstleistungen gleichwertig behandelt, werden die lokale Wertigkeit ebenso wie das lokale Entwicklungspotential in die Betrachtungen miteinbezogen und Maßnahmen schrittweise umgesetzt (WEIGELHOFER et al 2013). Dabei werden unterschiedliche Vernetzungsmaßnahmen mit dem Ist-Zustand sowie mit der zukünftigen Gebietsentwicklung bei Ausbleiben von Maßnahmen verglichen. So zeigte sich, dass der derzeitige ökologische Zustand in der Lobau etliche Defizite aufweist und eine zumindest teilweise Wiedervernetzung der Auengewässer eine langfristige Verbesserung der ökologischen Situation erzielen kann.

Auensysteme sind hochkomplexe, sich permanent verändernde Systeme, die eine Vielfalt an Ökosystemfunktionen und –dienstleistungen für Umwelt und Mensch anbieten. Ein nachhaltiges Management von Auensystemen muss dieser Komplexität ebenso gerecht werden wie deren Wert und Sensibilität gegenüber Veränderungen im Einzugsgebiet.

Danksagung

Wir danken den folgenden Fördergebern für die Unterstützung der Forschung: Gemeinde Wien, MA 45, bmwfw, BMLFUW, FWF – Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung. Europäische Kommission, 7. Rahmenprogramm.

© Biologiezentrum Linz, Austria; download www.biologiezentrum.at

Zusammenfassung

- Auen stellen integrale Bestandteile von Flusslandschaften dar.
- Sie stellen zentrale Funktionen auf Landschaftsebene bereit.
- Diese Funktionen sind Basis für die hohe Artenvielfalt und die Bereitstellung mannigfaltiger Ökosystemdienstleistungen.
- Aufgrund des hohen Gefährdungsgrades dieses Ökosystemtypus sind hier dringend gesamtheitliche Maßnahmen notwendig, in Österreich und auf Einzugsgebietsebene, wie dies bereits im Management Plan des Donauraumes dargelegt ist. Ein Aktionsplan für den Erhalt und die Restaurierung von Auen ist dringend umzusetzen.
- Beispiele von Restaurationsprojekten zeigen die positiven Wirkungen auf unterschiedliche Bereiche und Ökosystemeigenschaften, dokumentieren aber auch die Limitierungen in dem, was noch erreicht werden kann.
- In stark genutzten und veränderten Auensystemen sind differenzierte Vorgangsweisen, die Nutzungen und ökologische Situation integrieren, für eine erfolgreiche Umsetzung notwendig.

Literatur

Burger H. & H. Dogan-Bacher (1999): Biotoptypenerhebung von Flächen außerhalb des Waldes im Nationalpark Donau-Auen. Luftbildinterpretation und Kartenerstellung: 1-65. —unveröff. Endbericht.

Cierjacks A., Kleinschmit B., Kowarik I., Graf M. & F. Lang (2010): Organic matter distribution in floodplains can be predicted using spatial and vegetation structure data. — River Research and Applications, n/a.

Hein T., Reckendorfer W., Thorp J. & F. Schiemer (2005): The role of slackwater areas for biogeochemical processes in rehabilitated river corridors: examples from the Danube. — Archiv f. Hydrobiologie, Large Rivers **15** (1-4): 425-442.

Hein T., Blaschke A.P., Haidvogl G., Hohensinner S., Kucera-Hirzinger V., Muhar S., Preiner S., Reiter K., Schuh B., Weigelhofer G. & I. Zsuffa (2006): Optimised management strategies for the Biosphere reserve Lobau, Austria – based on a multi criteria decision support system: using ecohydrological model approaches. — Ecohydrology and Hydrobiology **6**: 25-36.

Hohensinner S., Herrnegger M., Blaschke A.P., Habereder C., Haidvogl G., Hein T., Jungwirth M. & M. Weiß (2008): Type-specific reference conditions of fluvial landscapes: a search in the past by 3D-reconstruction. — Catena ISSN 0341-8162 **75**: 200-215.

Junk W.J., Bayley P.B. & R.E. Sparks (1989): The flood pulse concept in river-floodplain systems. — Internat. Large River Symp., Canad. Spec. Publ. of Fish. and Aquatic Sci.

Lazowski W., Schwarz U. & al. (2014): Auenland – Das Aueninventar als Grundlage einer österreichweiten Auenstrategie. — In: Österreichischer Naturschutzbund (ed.): 1-103.

Maltby E. (ed.) 2009: Functional Assessment of wetlands: Towards Evaluation of Ecosystem Services. — Woodhead Publishers, Cambridge: 1-672.

McClain M.E., Boyer E.W., Dent C.L., Gergel S.E., Grimm N.B., Groffman P.M., Hart S.C., Harvey J.W., Johnston C.A., Mayorga E., McDowell W.H. & G. Pinay (2003): Biogeochemical hot spots and hot moments at the interface of terrestrial and aquatic ecosystems. — Ecosystems **6** (4): 301-312.

Millennium Ecosystem Assessment (2005): Ecosystems and human well-being: Biodiversity synthesis. — Washington, DC: Island Press.

Mohilla P. & F. Michlmayr (1996): Donauatlas Wien: Geschichte der Donauregulierung auf Karten und Plänen aus vier Jahrhunderten = Atlas of the Danube River Vienna. — Österr. Kunst- u. Kulturverl., Wien.

Muhar S., Poppe M., Egger G., Schmutz S. & A. Melcher (2004): Flusslandschaften Österreichs – Ausweisung von Flusslandschaften anhand des Naturraums, der Fischfauna und der Auenvegetation. — bm:bwk – Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur, Wien.

Poppe M., Muhar S., Egger G. & S. Schmutz (2003): Status quo der österreichischen Flusslandschaften: Erfassung und Bilanzierung der Eingriffe und Nutzungen. — Österreichische Wasser und Abfallwirtschaft **7-8**: 122-128.

Preiner S., Drozdowski I., Schagerl M., Schiemer F. & T. Hein (2008): The significance of side-arm connectivity for carbon dynamics of the River Danube, Austria. — Freshwater Biology **53** (2): 238-252.

Reckendorfer W., Schmalfuss R., C. Baumgartner, Habersack H., Hohensinner S., Jungwirth M. & F. Schiemer (2005): The Integrated River Engineering Project for the free-flowing Danube in the Austrian Alluvial Zone National Park: contradictory goals and mutual solutions. — Archiv für Hydrobiologie Supplement **155** (1-4): 613-630.

Sanon S., Hein T., Douven W. & P. Winkler (2012): Quantifying ecosystem service trade-offs: The case of an urban floodplain in Vienna, Austria. — Journal of Env. Manage. **111**: 159-172.

Schiemer F., Keckeis H., Reckendorfer W. & G. Winkler (2001): The 'inshore retention concept' and its significance for large rivers. — Arch. Hydrobiol. Suppl. **135** (2-4): 509-516.

Schiemer F. & W. Reckendorfer (2004): Das Donau-Restaurierungsprojekt. Ökologische Auswirkungen. — Verlag der Zoologisch-Botanische Gesellschaft in Österreich, Wien

Schindler S., Sebesvari Z., Damm C., Euller K., Mauerhofer V., Schneidergruber A., Biró M., Essl F., Kanka R., Lauwaars S., Schulz-Zunkel C., Sluis T., Kropik M., Gasso V., Krug A., Pusch M., Zulka K., Lazowski W., Hainz-Renetzeder C., Henle K. & T. Wrbka (2014): Multifunctionality of floodplain landscapes: relating management options to ecosystem services. — Landscape Ecology **29** (2): 229-244.

Scholz M., Mehl D., Schulz-Zunkel C., Kasperidus H.D., Born W. & K. Henle (2012): Ökosystemfunktionen von Flussauen - Analyse und Bewertung von Hochwasserretention, Nährstoffrückhalt, Kohlenstoffvorrat, Treibhausgasemissionen und Habitatfunktion. — Naturschutz und Biologische Vielfalt **124**: 257 S.

Sommerwerk N., Baumgartner C., Bloesch J., Hein T., Ostojic A., Schneider-Jacoby M., Siber R. & K. Tockner (2008): The Danube River Basin. Rivers of Europe.

Teeb (2010): The Economics of Ecosystems and Biodiversity Ecological and Economic Foundations. — Edited by Pushpam Kumar. Earthscan, London and Washington.

© Biologiezentrum Linz, Austria; download www.biologiezentrum.at

TOCKNER K., PENNETZDORFER D., REINER N., SCHIEMER F. & J.V. WARD (1999). Hydrological connectivity, and the exchange of organic matter and nutrients in a dynamic river-floodplain system. — Freshw. Biol. **41**: 521-535.

WEIGELHOFER G., RECKENDORFER W., FUNK A. & T. HEIN (2013): Auenrevitalisierung - Potential und Grenzen am Beispiel der Lobau, Nationalpark Donauauen. — Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft (**65**): 400-407; ISSN 0945-358X.

WELTI N., BONDAR-KUNZE E., MAIR M., BONIN P., WANEK W., PINAY G. & T. HEIN (2012) Mimicking floodplain reconnection and disconnection using 15N mesocosm incubations. — Biogeosciences **9**: 4263-4278, doi:10.5194/bg-9-4263-2012.

Anschrift der Verfasser:

Assoc.-Prof. Dr. Thomas HEIN
Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing.
Dr.nat.techn. Susanne MUHAR
Mag. Dr. Gabriele WEIGELHOFER
Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement
Universität für Bodenkultur, Wien
Max-Emanuel-Straße 17
1180 Wien, Austria
E-Mail: thomas.hein@boku.ac.at
E-Mail: susanne.muhar@boku.ac.at
E-Mail: gabriele.weigelhofer@boku.ac.at

Assoc.-Prof. Dr. Thomas HEIN
Mag. Dr. Gabriele WEIGELHOFER
WasserCluster Lunz – biologische Station
Dr. Carl Kupelwieser Prom. 5
3293 Lunz/See, Austria

Dr. Ulrich SCHWARZ
FLUVIUS Floodplain Ecology and River Basin Management
Technisches Büro für Geographie
Hetzgasse 22/7
1030 Wien, Austria
E-Mail: Ulrich.Schwarz@fluvius.com

Dr. Werner LAZOWSKI
Techn. Büro für Ökologie
Kagraner Anger 22/7
1220 Wien, Austria
E-Mail: werner.lazowski@chello.at